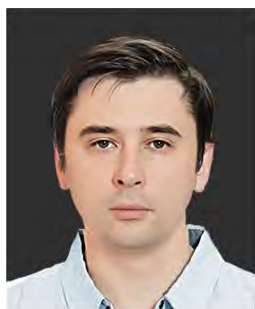


Сравнительная оценка методов предварительного обогащения угля



И. В. Алушкин
ЗАО «Тране Текник»



И. Г. Корнеев
ЗАО «Тране Текник»



В. Б. Щипчин
ЗАО «Тране Текник»

Современное состояние горнопромышленного комплекса и неуклонное ухудшение качества добываемого сырья вынуждают специалистов искать новые, нетрадиционные подходы к решению стоящих перед ними технологических задач. Снижение качества исходного сырья ведет к росту себестоимости производства продукции, что негативно сказывается на экономических показателях предприятий, добывающих минеральное сырье, а порой и вовсе не позволяет вести разработку месторождений ввиду их убыточности.

С развитием техники и технологии были реализованы низкобюджетные радиометрические методы обогащения руд, основанные на взаимодействии различных видов излучений с веществом. Наибольшее распространение получили следующие методы:

- фотометрический (Color), основанный на регистрации оптических характеристик сепарируемого материала (цвет, блеск, коэффициент отражательной способности);
- рентгенофлуоресцентный (XRF), основанный на регистрации возбужденного рентгеновскими трубками либо источниками гамма-излучения характеристического излучения атомов определяемых элементов, входящих в состав горных пород;
- рентгеноабсорбционный (XRT), основанный на различии в ослаблении потока рентгеновского излучения кусками породы и руды.

Развитие малобюджетных радиометрических методов обогащения минерального сырья предопределяет перспективность их использования в горной промышленности. На примере нового сепаратора для сухого обогащения углей по методу рентгеноабсорбции (XRT) показаны преимущества данной технологии перед традиционным мокрым обогащением. Дано краткое описание принципа действия сепаратора. Приведены данные сравнительного анализа эксплуатационных и экономических показателей технологий обогащения угля методами отсадки, тяжелосредней сепарации и рентгеноабсорбции. Показано, что в условиях снижения качества добываемого угля и роста себестоимости производства угольной продукции применение нового оборудования для обогащения углей по методу рентгеноабсорбции окажет положительное влияние на экономику угледобывающих предприятий и отрасли в целом.

Ключевые слова: радиометрические методы обогащения, предварительное обогащение углей, метод рентгеноабсорбции, себестоимость производства продукции.

Последний успешно реализован компанией TOMRA Sorting Solutions (входит в концерн TOMRA Sorting AS, Норвегия) при создании оборудования для обогащения углей. Компания является ведущим производителем сортировочных систем для горнодобывающей промышленности, область применения которых довольно обширна, что подтверждается положительными результатами сортировки различных видов сырья – руд черных, цветных, благородных и редкоземельных металлов, драгоценных камней, угля.

Сухое обогащение угля на основе рентгеноабсорбции является альтернативой традиционным методам мокрого обогащения угля – таким как отсадка и тяжелосредняя сепарация. Обогащение в отсадочных машинах происходит в результате периодического воздействия восходящего и нисходящего потоков (пульсаций) разделительной среды на слой угольно-породной массы (отсадочную постель), находящийся на решетке. Сформировавшиеся из-за различной плотности материала слои отдельно выводятся из машины в виде концентрата, отходов и промежуточного продукта. Тяжелосредняя сепарация – наиболее простой и широко применяемый метод гравитационного обогащения, основанный на разделении минеральных компонентов угля – порода по их удельному весу в устойчивой тяжелой среде, заданная

плотность которой больше плотности самого легкого (угля) и меньше плотности самого тяжелого (порода). Однако применение мокрых способов обогащения сопряжено со значительными затратами на строительство утепленных зданий для работы установок в холодное время года, приобретение дополнительного оборудования для обогащения и обезвоживания шламов, отводом больших площадей для замыкания водно-шламовой схемы.

Промышленный сепаратор PRO Secondary XRT (рис. 1, а) сухого обогащения угля для получения низкосольного концентрата в качестве готовой продукции – одно из прогрессивных технологических решений компании TOMRA Sorting. Данное оборудование может применяться на большинстве угольных разрезов. Сепаратор позволяет обогащать уголь крупностью от 8–120 мм. В зависимости от задач сепарации и крупности исходного материала максимальная производительность по сухому исходному питанию достигает 150 т/ч.

На сепарацию рекомендуется подавать классифицированный по классам крупности материал с модулем крупности не более 3. Исходный материал вибропитателем подается на транспортное устройство сепаратора (транспортную ленту или наклонный лоток) и по нему перемещается в зону облучения и регистрации сигнала, поступающего затем на блок анализа ЭВМ сепаратора (рис. 1, б). Полученные рентгенограммы кусков обрабатываются по специальному алгоритму, данные переводятся в графический вид и анализируются путем сравнения с заданным сигналом (рис. 2), после чего ЭВМ посылает команду о выделении кусков из общего потока с помощью пневматических форсунок в соответствующие продукты – концентрат и отходы.

По принципу обработки данных рентгеноабсорбционные сепараторы для разделения минерального сырья аналогичны системам сканирования, применяемым службами безопасности при досмотре багажа в аэропортах.

Рис. 3. Принцип работы ЭВМ сепаратора TOMRA Sorting

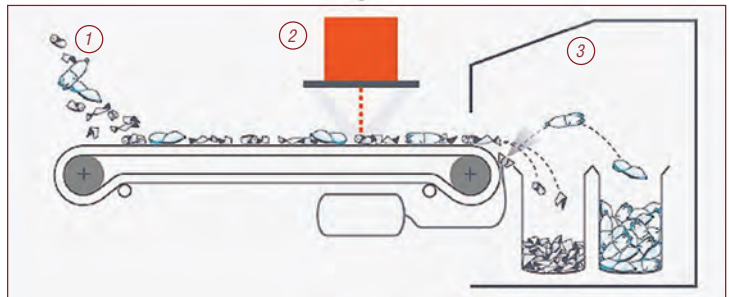


Рис. 1. Общий вид (а) и принципиальная схема работы (б) сепаратора PRO Secondary XRT компании TOMRA Sorting Solutions: 1 – подаваемый материал; 2 – сенсорный модуль X-Ray; 3 – камера разделения

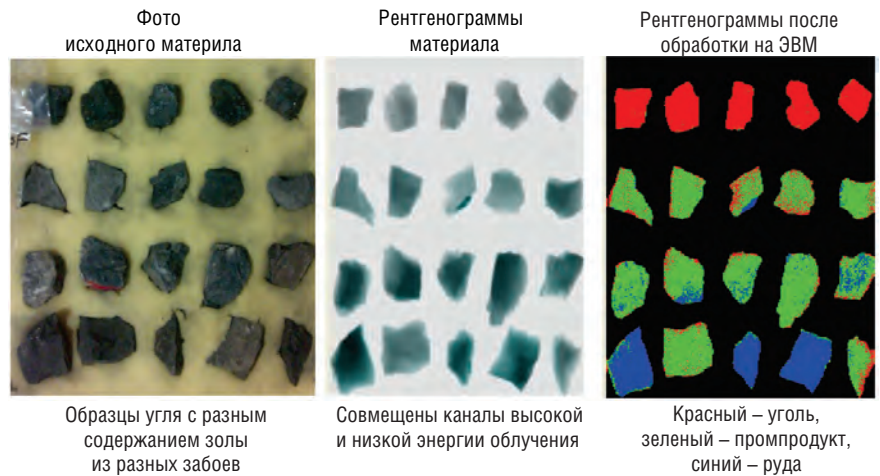


Рис. 2. Результат работы ЭВМ сепаратора TOMRA Sorting



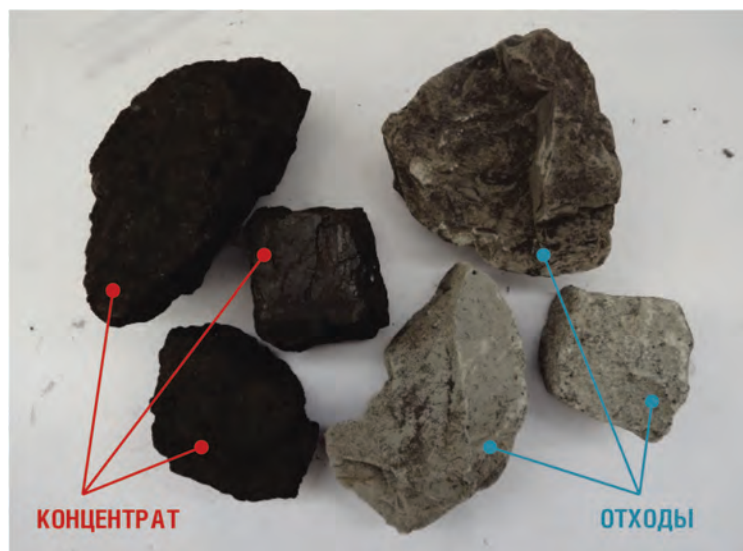


Рис. 4. Продукты сепарации бурого угля

Таблица 1. Показатели обогащения угля

Показатель	Метод сепарации		
	XRT	DMS	JIG
Коэффициент загрузки оборудования, %	85	75	75
Исходная производительность *, т/ч	250	200	700
Мощность (с учетом мощности вспомогательного оборудования), кВт	364	1760	3500
Срок службы оборудования, лет	10	10	10
Доля затрат на техобслуживание и ремонт в капитальных затратах, %	10	5	5
Себестоимости производства продукции, €/т	0,44	2,00	0,64
В том числе:			
удельные капитальные затраты	0,16	0,89	0,19
удельные эксплуатационные расходы	0,28	1,11	0,45

*На основании имеющихся данных по оборудованию.

Таблица 2. Основные отличительные особенности методов обогащения углей

XRT сепарация	Тяжелосредняя сепарация	Отсадка
		
Преимущества		
Минимальные технологические риски		
Процесс, не требующий использования воды Компактность Снижение транспортных расходов за счет размещения сепаратора непосредственно на разрезе Низкие капитальные затраты Низкое потребление энергии	Высокая эффективность разделения материала с близкими плотностями	Низкие эксплуатационные расходы
Недостатки		
Недостаточная внедряемость ввиду новизны технологии и отсутствия широкой информации о ней у потенциальных заказчиков	Высокая энергоемкость процесса Высокие капитальные затраты Большой расход воды	Высокая энергоемкость процесса Большой расход воды

Рентгеноабсорбционный метод является проникающим, позволяет определять куски со скрытыми рудными минералами и не требует особой подготовки материала (промывки, очистки поверхности) к сепарации. Для оптимизации условий измерения кусков различной крупности и снижения влияния плотности материала на уровень сигнала в сепараторе PRO Secondary XRT установлены два приемника излучения – с каналом низкой и каналом высокой энергии. ЭВМ сепаратора совмещает и обрабатывает рентгенограммы кусков, в результате чего выявляются материалы с разными атомными плотностями (рис. 3). В процессе сепарации анализируется площадь поверхности каждого куска и по процентному соотношению значений низкой энергии и площади в концентрат выделяется уголь требуемого качества. Кроме того, при рентгеноабсорбции обеспечивается возможность выделения в хвосты как всех породных минералов, так и граничного материала с определенным количеством сростков.

Данный метод положительно зарекомендовал себя при сортировке угля на разрезах Турции и ЮАР, позволив избежать применения традиционных технологий обогащения с использованием воды, ресурсы которой в этих климатических зонах существенно ограничены.

Результаты серии испытаний на каменных и бурых углях России и Казахстана, проведенной ЗАО «Тране Текник» (эксклюзивный представителем TOMRA Sorting Solutions) на собственной исследовательской

площадке в г. Электросталь Московской области, подтвердили высокую эффективность метода рентгеноабсорбции как для разделения рядового угля на сорта с различной зольностью, так и для выделения отвальных хвостов (рис. 4).

Эксперты TOMRA Sorting провели сравнительный анализ трех различных технологий обогащения угля: методами отсадки (JIG) и тяжелосредней сепарации (DMS), получившими наибольшее распространение и зарекомендовавшими себя технологически эффективными, позволяющими обогащать уголь в широком диапазоне крупности, и новым методом рентгеноабсорбционной се-

парации (XRT). Анализ проводился на основе опубликованных данных, информации заводов-изготовителей оборудования и собственных наработок компании. Сравнивались эксплуатационные и экономические показатели обогащения угля с использованием этих методов (табл. 1).

Основной статьей затрат на производство 1 т готовой продукции XRT методом является техническое обслуживание оборудования (высокотехнологичное оборудование дороже в обслуживании), тогда как при использовании традиционных методов основные затраты приходятся на электроэнергию, что приводит к увеличению себестоимости производства продукции. В связи с этим быстро развивающиеся технологии радиометрического обогащения, в силу своих преимуществ (табл. 2), вызывают все более широкий интерес у недропользователей во всем мире.

Заключение

Применение XRT сепарации TOMRA Sorting позволяет повысить экономическую эффективность производства угольной продукции за счет:

- низких капитальных затрат;
- высокой производительности;

- мобильности комплекса (возможность установки на разрезе);
- снижения транспортных издержек;
- низкого энергопотребления;
- исключения воды из процесса обогащения.

Заявленные преимущества XRT сепарации в части энерго- и ресурсосбережения позволяют снизить энергетическую и экологическую нагрузку в угледобывающих регионах.

Внедрение XRT сепарации в технологическую цепочку угледобывающих предприятий обеспечивает повышение технического уровня производства и увеличение производственной мощности предприятий по конечной продукции, способствует росту их конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности, а в целом – повышению экономической эффективности, рациональности и комплексности освоения минерально-сырьевой базы угольной отрасли.

Стремительное развитие радиометрических методов обогащения, обеспечивающих приемлемые технологические и экономические показатели переработки различных видов минерального сырья, предопределяет их перспективы в горнодобывающей промышленности. **РОН**